

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING OF A CHANGE

(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

| |
|--|
| Date of mailing (day/month/year) 21 September 1999 (21.09.99) |
| Applicant's or agent's file reference P 98-297/NH |
| International application No. PCT/SE98/01740 |

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

HOPFGARTEN, Nils
L.A. Groth & Co. KB
P.O. Box 6107
S-102 32 Stockholm
SUÈDE

| | | | | | | | | | | |
|---|---|--|--------------------|--|--|---|--|---|---|---------------------------------|
| <p>1. The following indications appeared on record concerning:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> the applicant <input type="checkbox"/> the inventor <input type="checkbox"/> the agent <input type="checkbox"/> the common representative</p> | | | | | | | | | | |
| Name and Address ASEA BROWN BOVERI AB S-721 83 Västerås Sweden | State of Nationality | | State of Residence | | | | | | | |
| | SE | | SE | | | | | | | |
| | Telephone No. | | | | | | | | | |
| | Facsimile No. | | | | | | | | | |
| Teleprinter No. | | | | | | | | | | |
| <p>2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:</p> <p><input type="checkbox"/> the person <input checked="" type="checkbox"/> the name <input type="checkbox"/> the address <input type="checkbox"/> the nationality <input type="checkbox"/> the residence</p> | | | | | | | | | | |
| Name and Address ABB AB S-721 83 Västerås Sweden | State of Nationality | | State of Residence | | | | | | | |
| | SE | | SE | | | | | | | |
| | Telephone No. | | | | | | | | | |
| | Facsimile No. | | | | | | | | | |
| Teleprinter No. | | | | | | | | | | |
| <p>3. Further observations, if necessary:</p> | | | | | | | | | | |
| <p>4. A copy of this notification has been sent to:</p> <table> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office</td> <td><input type="checkbox"/> the designated Offices concerned</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> the International Searching Authority</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority</td> <td><input type="checkbox"/> other:</td> </tr> </table> | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office | <input type="checkbox"/> the designated Offices concerned | <input type="checkbox"/> the International Searching Authority | <input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned | <input checked="" type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority | <input type="checkbox"/> other: |
| <input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office | <input type="checkbox"/> the designated Offices concerned | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> the International Searching Authority | <input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned | | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority | <input type="checkbox"/> other: | | | | | | | | | |

| | |
|--|---|
| <p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No.: (41-22) 740.14.35</p> | <p>Authorized officer</p> <p>Catherine Massetti</p> <p>Telephone No.: (41-22) 338.83.38</p> |
|--|---|

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

United States Patent and Trademark
Office
(Box PCT)
Crystal Plaza 2
Washington, DC 20231
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

| | |
|--|--|
| Date of mailing (day/month/year) 09 June 1999 (09.06.99) | |
| International application No. PCT/SE98/01740 | Applicant's or agent's file reference P 98-297/NH |
| International filing date (day/month/year) 29 September 1998 (29.09.98) | Priority date (day/month/year) 30 September 1997 (30.09.97) |
| Applicant SÖRENSEN, Erland et al | |

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

26 April 1999 (26.04.99)

in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election was

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

| | |
|---|--|
| The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35 | Authorized officer Nicola Wolff Telephone No.: (41-22) 338.83.38 |
|---|--|

REC'D 23 DEC 1999

WIPO

PCT

(PCT Article 36 and Rule 70)

| | | |
|--|---|--|
| Applicant's or agent's file reference P 98-297 NH/uh | FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416) | |
| International application No. PCT/SE98/01740 | International filing date (day/month/year) 29.09.1998 | Priority date (day/month/year) 30.09.1997 |
| International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC7 H 02 K 3/40, G 01 R 31/06 | | |
| Applicant ABB AB et al (Asea Brown Boveri AB et al) | | |

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.

This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 4 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I Basis of the report
- II Priority
- III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV Lack of unity of invention
- V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability, citations and explanations supporting such statement
- VI Certain documents cited
- VII Certain defects in the international application
- VIII Certain observations on the international application

| | |
|--|--|
| Date of submission of the demand 26.04.1999 | Date of completion of this report 15.11.1999 |
| Name and mailing address of the IPEA/SE Patent- och registreringsverket Box 5055 S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. 08-667 72 88 | Authorized officer Håkan Sandh/AE Telephone No. 08-782 25 00 |

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

the international application as originally filed.

the description, pages 1-7, 11, as originally filed,
pages _____, filed with the demand,
pages 8-10, filed with the letter of 01-02-1999,
pages _____, filed with the letter of _____.

the claims, Nos. 1-27, as originally filed,
Nos. _____, as amended under Article 19,
Nos. _____, filed with the demand,
Nos. _____, filed with the letter of _____,
Nos. _____, filed with the letter of _____.

the drawings, sheets/fig 1, 3-7, as originally filed,
sheets/fig _____, filed with the demand
sheets/fig 2, filed with the letter of 01-02-1999,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

the description, pages _____

the claims, Nos. _____

the drawings, sheets/fig _____

3. This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

V. Resoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**1. Statement**

| | | | |
|-------------------------------|--------|------|-----|
| Novelty (N) | Claims | 1-27 | YES |
| | Claims | | NO |
| Inventive step (IS) | Claims | 1-27 | YES |
| | Claims | | NO |
| Industrial applicability (IA) | Claims | 1-27 | YES |
| | Claims | | NO |

2. Citations and explanations

The invention relates to a rotating electric machine having a rotating field circuit and intended for direct connection to a distribution or transmission network. According to the invention, at least one winding of the machine comprises an electric conductor, a first layer with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer surrounding the first layer and a second layer with semiconducting properties surrounding the insulation. The machine is also provided with a detecting circuit for detecting earth faults in the rotating field circuit.

Documents of particular relevance cited in the International Search Report:

D1= US 4785138
D2= US 3684821
D3= EP 0642027
D4= EP 0274691
D5= EP 0671632
D6= US 4914386
D7= US 3593123

Document D1 discloses an electric cable for use as a phase winding for a linear motor. The cable is flexible and includes a conductive core surrounded by two conducting layers and an intermediate insulating layer. Additionally, the outer conductive layer is provided with a conductive sheathing.

Document D2 discloses a high voltage insulated electric cable having an inner and outer semiconductive layer with an intermediate insulating layer.

....

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: Box V.

Documents D3, D4 and D5 all disclose arrangements for detecting earth faults in the field circuit of an electric machine using an injection and measuring circuit.

Document D6 discloses a method for calculating the rotor temperature from the values of the current and voltage.

Document D7 discloses an electric machine having a rotor winding earth fault detector including a rotating part and a stationary part for wireless communication.

The claimed invention differs from the prior art in that a rotating electric machine is provided with a cable winding as specified and combined with an earth fault detector for the rotating field circuit. The prior art's use of a cable as a phase winding for linear motors would not lead a skilled person to the invention since the conditions in rotating machines and linear machines present different type of problems. Furthermore, there is no teaching in the prior art indicating a possible use in rotating machines.

Consequently, the claimed invention is novel and is considered to involve an inventive step. The invention is industrially applicable.

The voltage signals U_U , U_I are transmitted by the communication units 3, 4 to the stationary part 20 for calculation of the resistance of the field winding 14 to earth from these signals in the calculating unit 17.

5 The calculating unit 17 thus enables earth faults in the field winding 14 to be monitored, and an alarm is tripped when the resistance of the field winding 14 to earth falls below a predetermined level.

10 R_j denotes the resistance of the field winding 14 to earth, i.e. in practice the resistance to the iron mass of the rotating part, and C_j denotes the capacitance of the winding 14 to earth. The resistance R_j may in principle vary from infinitely large to zero.

15 Figure 3 illustrates an equivalent circuit for the measuring circuit if $R_j = 0$, i.e. the "worst" case with the field winding 14 short-circuited to earth. The resultant current I_1 in the circuit can be calculated using known values for the resistance R , capacitance C and injection voltage U , and suitable normalising constants can be determined in accordance with principles described in conjunction with Figure 7 below. The absolute value of the current I_1 corresponds to the value of the measured signal U_1 that is transmitted to the calculating unit 17, as described above in conjunction with Figure 2.

20 The diagram to the right of the equivalent circuit in Figure 3 illustrates magnitudes and phase positions of the injection voltage U , composed of a resistive component U_R and a capacitive component U_C , and the current I_1 .

25 Figure 4 shows a corresponding equivalent circuit in fault-free state, i.e. the contact resistance to earth is $R_j = \infty$. The capacitance C_j of the winding 14 to earth can be determined using known values for the injection voltage U , resistance R and capacitance C and measuring the current I_2 .

30 As in Figure 3, the diagram to the right of the circuit shows magnitudes and phase positions of the injection voltage U , composed of a resistive component U_R in phase with the current I_2 , and a capacitive component consisting of the voltage drop U_C over the capacitors C and the voltage drop U_j over the capacitance C_j , and the current I_2 .

Figure 5 shows a corresponding equivalent circuit in the event of a contact resistance between winding 14 and earth R_j , where $0 < R_j < \infty$, i.e. a state between the states illustrated in Figures 3 and 4. Different limit values for the current I_3 for alarm and tripping can, as mentioned in conjunction with Figure 2, be calculated 5 using known values for the resistances R , capacitances C , earthing capacitance C_j , injection voltage U , and the currents I_1 and I_2 from the cases shown in Figures 3 and 4, as well as predetermined limit values for the contact resistance to earth R_j .

The impedance Z_1 across the two parallel branches, each containing $2R$ 10 in series with $2C$, is thus

$$Z_1 = R - J \frac{1}{wC}$$

15 and the transition impedance between the winding 14 and earth Z_2

$$Z_2 = \frac{R_j}{1 + J_w R_j C_j}$$

20 the current I_3 being obtained from

$$I_3 = U / (Z_1 + Z_2)$$

The diagram to the right of the circuit in Figure 5 illustrates magnitudes 25 and phase positions of voltages and currents in a corresponding manner as in Figures 3 and 4. From this diagram, it is clear that the current I_3 is in phase with the current I_2 in Figure 4 and includes a current component I_{Cj} through the transition capacitance C_j and a current component I_{Rj} through the contact resistance R_j , the latter two current components being at right angles to each 30 other in the diagram, i.e. phase-shifted 90°.

Figures 3 and 5 shows cases with errors on the DC side of the supply to the field winding from the exciter G3, see Figure 2. Figure 6 illustrates a situation with faults on the AC side of the rectifier bridge 12. A fault on the AC side is characterized by the addition of an extra supply source U_{ac} , and by the absolute

value of the current being composed of two components - one driven by the ordinary injection voltage U and one driven by the potential level of the fault point to earth, represented by the voltage U_{ac} . In the event of faults on the AC side, therefore, the total absolute value of the error current will exceed the limit values 5 calculated in the case illustrated in Figure 5 - often by a good margin - resulting in the alarm being tripped.

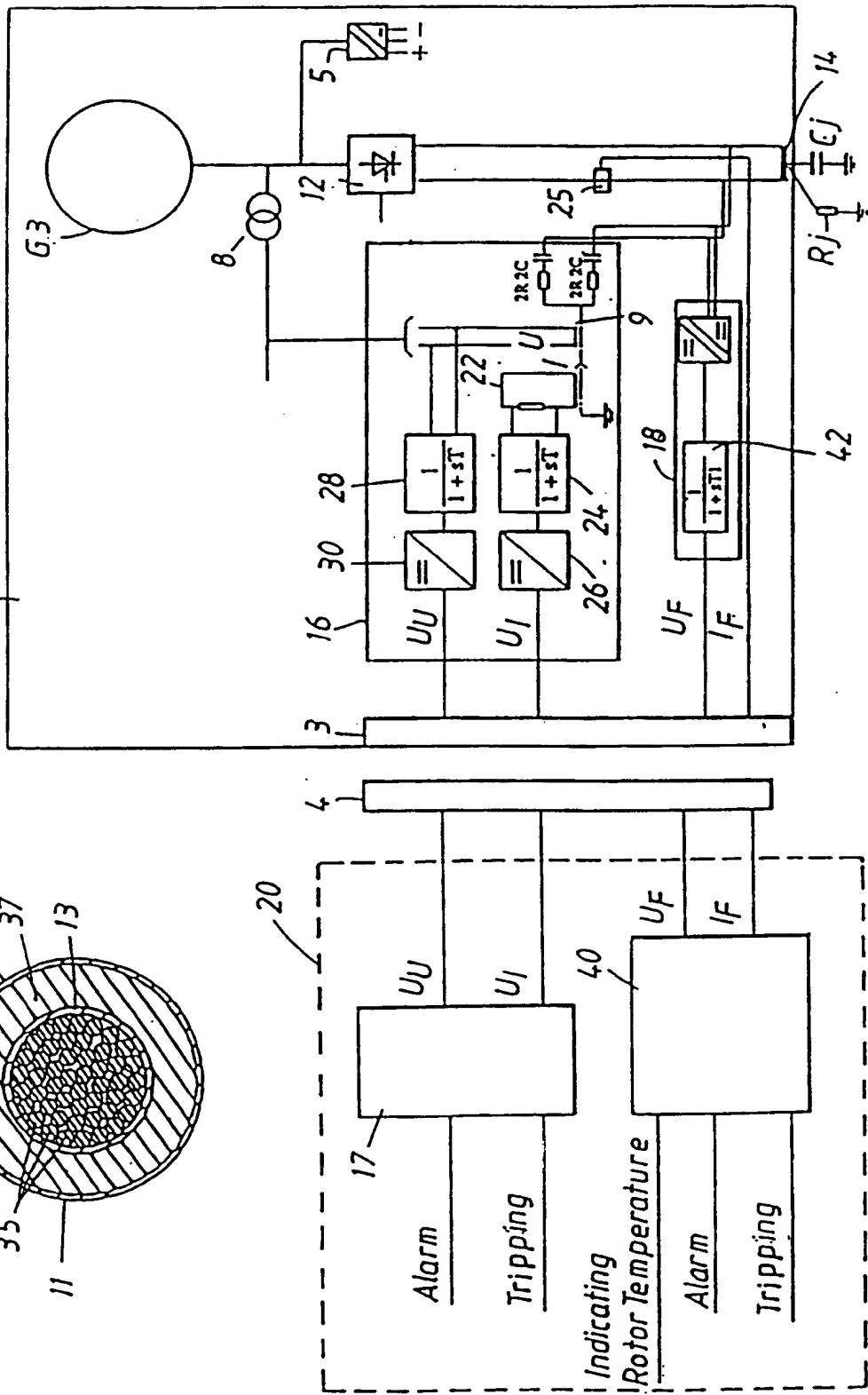
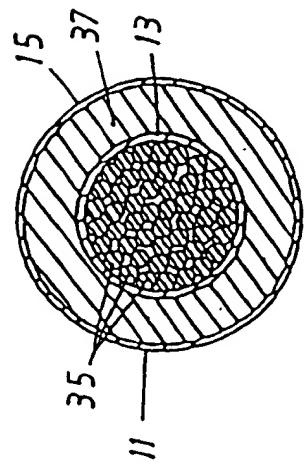
The corresponding phase diagram to the right in Figure 6 corresponds to that in Figure 5.

In the event of variations in the injection voltage U the measured signals 10 must be compensated by scaling. Alternatively, the predetermined limit values for alarm tripping or releasing, etc. in a comparator must be changed, which is considerably more complicated.

Figure 7 shows a scaling unit 32, 34 included in the calculating unit 17 in Figure 2. In this scaling unit 32, 34 the measured value U_I , representing the 15 absolute value of the current I , is normalised by multiplying it by a normalising constant K_1 . A suitable magnitude for the normalising constant K_1 can be determined by means of a measuring procedure in accordance with Figure 3. Similarly, the measured signal U_U for variations in the injection voltage U is compensated by scaling with a compensation constant K_2 , wherein $K_2=U_U$ at the 20 time of normalising the measured signal U_I . The current I_n , normalised and compensated with regard to variations in the injection voltage U , is supplied to a comparator 38 in which this current I_n is compared with various predetermined limit values Lim 1, Lim 2, Lim 3 for tripping the alarm, emitting a tripping signal, etc.

25 The measuring means 18 measure the field voltage and the measuring means 25 measures the field current, and corresponding measured signals U_F and I_F are transmitted via the wireless communication units 3, 4 to a unit 40 in the stationary equipment 20 for calculating the rotor temperature from these measured signals, see Figure 2. In the filter 42 in the measuring means 18 the 30 field voltage signal is filtered with a time constant T_1 which shall correspond to 0.3 times the no-load time constant of the field winding 14. When the electric machine

FIG. 1



RECTIFIED SHEET (RULE 91)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/SE 98/01740

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | EP 0671632 A2 (TANAKA, TOSHIRO, C/O TOSHIBA ET AL.), 13 Sept 1995 (13.09.95), column 1, line 1 - column 5, line 34 -- | 1-26 |
| Y | US 4914386 A1 (S.E. ZOCHOLL), 3 April 1990 (03.04.90), abstract -- | 18-20,27 |
| Y | US 3593123 A1 (A.C. WILLIAMSON ET AL.), 13 July 1971 (13.07.71), see the whole document -- | 12,13 |
| A | US 5036165 A1 (R.K. ELTON ET AL.), 30 July 1991 (30.07.91), see the whole document -- | 1-27 |
| A | US 4510077 A (R.K. ELTON), 9 April 1985 (09.04.85), column 1, line 9 - column 2, line 45 ----- | 1-27 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/SE 98/01740

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | | Publication date |
|--|------------------|--|--|--|
| US 4785138 A1 | 15/11/88 | DE 3543106 A,C | | 11/06/87 |
| US 3684821 A1 | 15/08/72 | NONE | | |
| EP 0642027 A1 | 08/03/95 | DE 4329382 A JP 7083987 A US 5508620 A | | 02/03/95 31/03/95 16/04/96 |
| EP 0274691 A1 | 20/07/88 | CA 1269704 A DE 3779286 A JP 1954531 C JP 6087642 B JP 63154040 A US 4851766 A | | 29/05/90 25/06/92 28/07/95 02/11/94 27/06/88 25/07/89 |
| EP 0671632 A2 | 13/09/95 | CA 2143364 A CN 1112682 A JP 7241027 A US 5675465 A US 5764462 A | | 26/08/95 29/11/95 12/09/95 07/10/97 09/06/98 |
| US 4914386 A1 | 03/04/90 | CA 1323398 A | | 19/10/93 |
| US 3593123 A1 | 13/07/71 | GB 1226451 A | | 31/03/71 |
| US 5036165 A1 | 30/07/91 | US 5066881 A US 5067046 A CA 1245270 A US 4853565 A | | 19/11/91 19/11/91 22/11/88 01/08/89 |
| US 4510077 A | 09/04/85 | CH 664646 A,B DE 3439093 A,C FR 2554456 A,B GB 2148880 A,B JP 1789646 C JP 4078576 B JP 60131853 A | | 15/03/88 15/05/85 10/05/85 05/06/85 29/09/93 11/12/92 13/07/85 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/SE 98/01740

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC6: H02K 3/40, G01R 31/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC6: H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

SE,DK,FI,NO classes as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | US 4785138 A1 (O. BREITENBACK ET AL.), 15 November 1988 (15.11.88), see the whole document -- | 1-27 |
| Y | US 3684821 A1 (H. MIYUCHI ET AL.), 15 August 1972 (15.08.72), column 2, line 44 - line 64 -- | 1-27 |
| Y | EP 0642027 A1 (ABB MANAGEMENT AG), 8 March 1995 (08.03.95), page 1, line 40 - page 2, line 11 -- | 1-26 |
| Y | EP 0274691 A1 (HITACHI, LTD.), 20 July 1988 (20.07.88), column 2, line 50 - column 3, line 41 -- | 1-27 |

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| <u>3 December 1998</u> | <u>11-12- 1998</u> |
| Name and mailing address of the ISA/ Swedish Patent Office Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. + 46 8 666 02 86 | Authorized officer Håkan Sandh Telephone No. + 46 8 782 25 00 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/SE 99/00943

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC7: H02J 3/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC7: H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

SE, DK, FI, NO classes as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| D, A | WO 9745908 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT), 4 December 1997 (04.12.97), figure 3, abstract -- | 1-27 |
| A | WO 9843336 A2 (ASEA BROWN BOVERI AB), 1 October 1998 (01.10.98), page 7, line 1 - line 10, figure 1 -- | 1-27 |
| A | US 5499178 A (NED MOHAN), 12 March 1996 (12.03.96), column 13, line 5 - line 31, figure 8 -- ----- | 1-27 |

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "B" earlier document but published on or after the international filing date
- "C" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "D" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 February 2000

Date of mailing of the international search report

22-02-2000

Name and mailing address of the ISA/
Swedish Patent Office
Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM
Facsimile No. +46 8 666 02 86

Authorized officer

Tomas Erlandsson/mj
Telephone No. +46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/SE 99/00943

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|--|--|
| WO 9745908 A1 | 04/12/97 | DE 19620906 A EP 0939995 A | 08/01/98 08/09/99 |
| WO 9843336 A2 | 01/10/98 | AU 3468797 A CA 2218942 A EP 0909354 A SE 9701060 A SE 9703329 A US 5980095 A | 21/01/98 24/09/98 21/04/99 04/03/98 25/09/98 09/11/99 |
| US 5499178 A | 12/03/96 | WO 9418683 A EP 0617858 A JP 7502160 T US 5345375 A WO 9312576 A | 18/08/94 05/10/94 02/03/95 06/09/94 24/06/93 |

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

| | | |
|--|---|--|
| Applicant's or agent's file reference P 98-297 NH/uh | FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416) | |
| International application No. PCT/SE98/01740 | International filing date (day/month/year) 29.09.1998 | Priority date (day/month/year) 30.09.1997 |
| International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC7 H 02 K 3/40, G 01 R 31/06 | | |
| Applicant Asea Brown Boveri AB et al. | | |

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.

This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 4 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I Basis of the report
- II Priority
- III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV Lack of unity of invention
- V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability, citations and explanations supporting such statement
- VI Certain documents cited
- VII Certain defects in the international application
- VIII Certain observations on the international application

| | | |
|--|---|--|
| Date of submission of the demand 26.04.1999 | Date of completion of this report 15.11.1999 | |
| Name and mailing address of the IPEA/SE Patent- och registreringsverket Box 5055 S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. 08-667 72 88 | Telex 17978 PATOREG-S | Authorized officer Håkan Sandh/AE Telephone No. 08-782 25 00 |

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/SE98/01740

I Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.):

the international application as originally filed.

the description, pages 1-7, 11, as originally filed,
pages _____, filed with the demand,
pages 8-10, filed with the letter of 01-02-1999,
pages _____, filed with the letter of _____.

the claims, Nos. 1-27, as originally filed,
Nos. _____, as amended under Article 19,
Nos. _____, filed with the demand,
Nos. _____, filed with the letter of _____,
Nos. _____, filed with the letter of _____.

the drawings, sheets/fig 1, 3-7, as originally filed,
sheets/fig _____, filed with the demand
sheets/fig 2, filed with the letter of 01-02-1999,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

the description, pages _____

the claims, Nos. _____

the drawings, sheets/fig _____

3. This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/SE98/01740

V. Resoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

| | | | |
|-------------------------------|--------|-------------|-----|
| Novelty (N) | Claims | <u>1-27</u> | YES |
| | Claims | _____ | NO |
| Inventive step (IS) | Claims | <u>1-27</u> | YES |
| | Claims | _____ | NO |
| Industrial applicability (IA) | Claims | <u>1-27</u> | YES |
| | Claims | _____ | NO |

2. Citations and explanations

The invention relates to a rotating electric machine having a rotating field circuit and intended for direct connection to a distribution or transmission network. According to the invention, at least one winding of the machine comprises an electric conductor, a first layer with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer surrounding the first layer and a second layer with semiconducting properties surrounding the insulation. The machine is also provided with a detecting circuit for detecting earth faults in the rotating field circuit.

Documents of particular relevance cited in the International Search Report:

D1= US 4785138
 D2= US 3684821
 D3= EP 0642027
 D4= EP 0274691
 D5= EP 0671632
 D6= US 4914386
 D7= US 3593123

Document D1 discloses an electric cable for use as a phase winding for a linear motor. The cable is flexible and includes a conductive core surrounded by two conducting layers and an intermediate insulating layer. Additionally, the outer conductive layer is provided with a conductive sheathing.

Document D2 discloses a high voltage insulated electric cable having an inner and outer semiconductive layer with an intermediate insulating layer.

..../....

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: Box V.

Documents D3, D4 and D5 all disclose arrangements for detecting earth faults in the field circuit of an electric machine using an injection and measuring circuit.

Document D6 discloses a method for calculating the rotor temperature from the values of the current and voltage.

Document D7 discloses an electric machine having a rotor winding earth fault detector including a rotating part and a stationary part for wireless communication.

The claimed invention differs from the prior art in that a rotating electric machine is provided with a cable winding as specified and combined with an earth fault detector for the rotating field circuit. The prior art's use of a cable as a phase winding for linear motors would not lead a skilled person to the invention since the conditions in rotating machines and linear machines present different type of problems. Furthermore, there is no teaching in the prior art indicating a possible use in rotating machines.

Consequently, the claimed invention is novel and is considered to involve an inventive step. The invention is industrially applicable.

Figure 5 shows a corresponding equivalent circuit in the event of a contact resistance between winding 14 and earth R_j , where $0 < R_j < \infty$, i.e. a state between the states illustrated in Figures 3 and 4. Different limit values for the current I_3 for alarm and tripping can, as mentioned in conjunction with Figure 2, be calculated 5 using known values for the resistances R , capacitances C , earthing capacitance C_j , injection voltage U , and the currents I_1 and I_2 from the cases shown in Figures 3 and 4, as well as predetermined limit values for the contact resistance to earth R_j .

The impedance Z_1 across the two parallel branches, each containing $2R$ 10 in series with $2C$, is thus

$$Z_1 = R - \frac{1}{wC}$$

15 and the transition impedance between the winding 14 and earth Z_2 R_j

$$Z_2 = \frac{1}{1 + JwR_jC_j}$$

20 the current I_3 being obtained from

$$I_3 = U / (Z_1 + Z_2)$$

The diagram to the right of the circuit in Figure 5 illustrates magnitudes 25 and phase positions of voltages and currents in a corresponding manner as in Figures 3 and 4. From this diagram, it is clear that the current I_3 is in phase with the current I_2 in Figure 4 and includes a current component I_{Cj} through the transition capacitance C_j and a current component I_{Rj} through the contact resistance R_j , the latter two current components being at right angles to each 30 other in the diagram, i.e. phase-shifted 90° .

Figures 3 and 5 shows cases with errors on the DC side of the supply to the field winding from the exciter G3, see Figure 2. Figure 6 illustrates a situation with faults on the AC side of the rectifier bridge 12. A fault on the AC side is characterized by the addition of an extra supply source U_{ac} , and by the absolute

01 -02- 1999

10

value of the current being composed of two components - one driven by the ordinary injection voltage U and one driven by the potential level of the fault point to earth, represented by the voltage U_{ac} . In the event of faults on the AC side, therefore, the total absolute value of the error current will exceed the limit values calculated in the case illustrated in Figure 5 - often by a good margin - resulting in the alarm being tripped.

The corresponding phase diagram to the right in Figure 6 corresponds to that in Figure 5.

In the event of variations in the injection voltage U the measured signals must be compensated by scaling. Alternatively, the predetermined limit values for alarm tripping or releasing, etc. in a comparator must be changed, which is considerably more complicated.

Figure 7 shows a scaling unit 32, 34 included in the calculating unit 17 in Figure 2. In this scaling unit 32, 34 the measured value U_I , representing the absolute value of the current I , is normalised by multiplying it by a normalising constant K_1 . A suitable magnitude for the normalising constant K_1 can be determined by means of a measuring procedure in accordance with Figure 3. Similarly, the measured signal U_U for variations in the injection voltage U is compensated by scaling with a compensation constant K_2 , wherein $K_2=U_U$ at the time of normalising the measured signal U_I . The current I_N , normalised and compensated with regard to variations in the injection voltage U , is supplied to a comparator 38 in which this current I_N is compared with various predetermined limit values Lim 1, Lim 2, Lim 3 for tripping the alarm, emitting a tripping signal, etc.

The measuring means 18 measure the field voltage and the measuring means 25 measures the field current, and corresponding measured signals U_F and I_F are transmitted via the wireless communication units 3, 4 to a unit 40 in the stationary equipment 20 for calculating the rotor temperature from these measured signals, see Figure 2. In the filter 42 in the measuring means 18 the field voltage signal is filtered with a time constant T_1 which shall correspond to 0.3 times the no-load time constant of the field winding 14. When the electric machine

01-02-1999

10

value of the current being composed of two components - one driven by the ordinary injection voltage U and one driven by the potential level of the fault point to earth, represented by the voltage U_{ac} . In the event of faults on the AC side, therefore, the total absolute value of the error current will exceed the limit values 5 calculated in the case illustrated in Figure 5 - often by a good margin - resulting in the alarm being tripped.

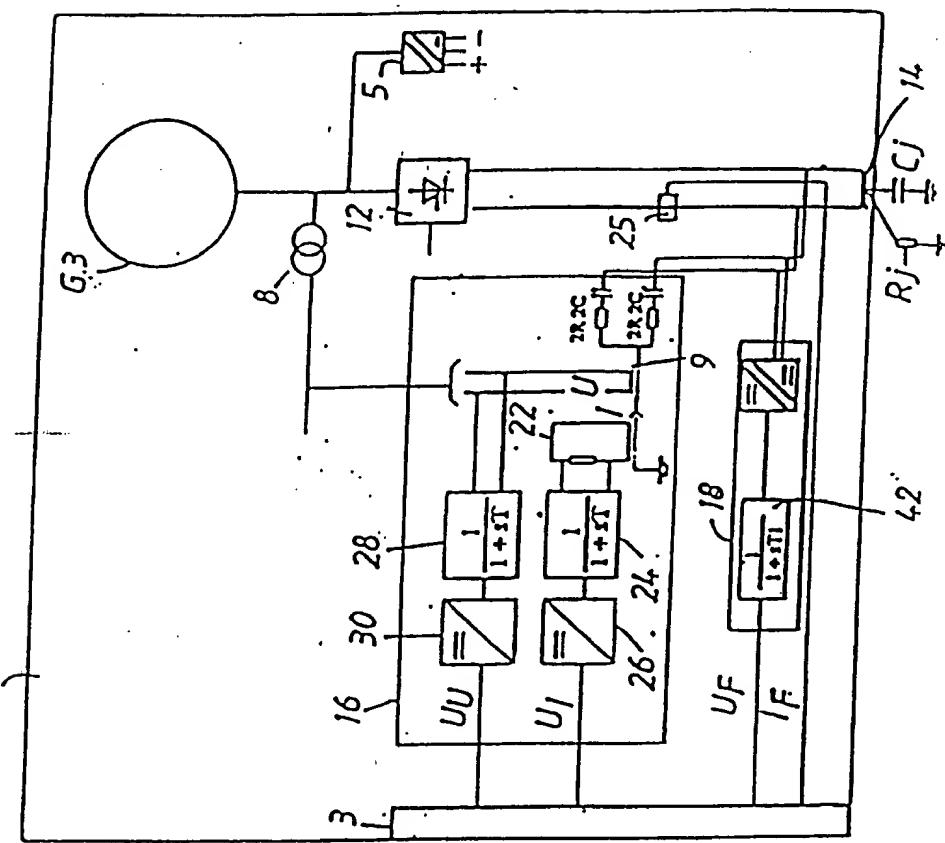
The corresponding phase diagram to the right in Figure 6 corresponds to that in Figure 5.

In the event of variations in the injection voltage U the measured signals 10 must be compensated by scaling. Alternatively, the predetermined limit values for alarm tripping or releasing, etc. in a comparator must be changed, which is considerably more complicated.

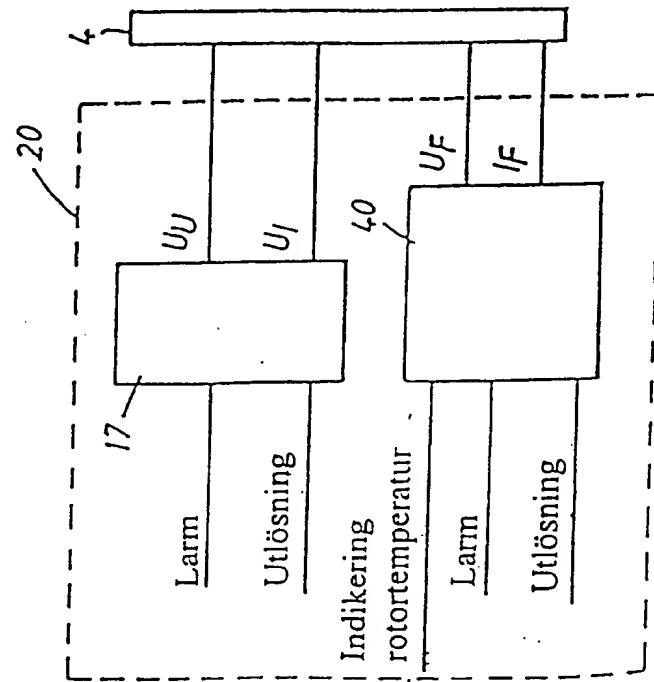
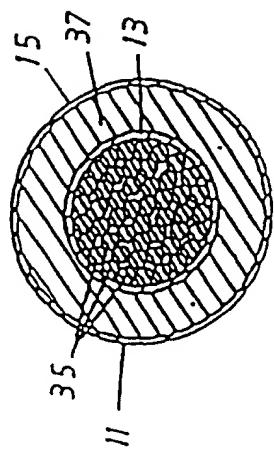
Figure 7 shows a scaling unit 32, 34 included in the calculating unit 17 in Figure 2. In this scaling unit 32, 34 the measured value U_I , representing the 15 absolute value of the current I , is normalised by multiplying it by a normalising constant K_1 . A suitable magnitude for the normalising constant K_1 can be determined by means of a measuring procedure in accordance with Figure 3. Similarly, the measured signal U_U for variations in the injection voltage U is compensated by scaling with a compensation constant K_2 , wherein $K_2=U_U$ at the 20 time of normalising the measured signal U_I . The current I_N , normalised and compensated with regard to variations in the injection voltage U , is supplied to a comparator 38 in which this current I_N is compared with various predetermined limit values $Lim 1$, $Lim 2$, $Lim 3$ for tripping the alarm, emitting a tripping signal etc.

25 The measuring means 18 measure the field voltage and the measuring means 25 measures the field current, and corresponding measured signals U_F and I_F are transmitted via the wireless communication units 3, 4 to a unit 40 in the stationary equipment 20 for calculating the rotor temperature from these measured signals, see Figure 2. In the filter 42 in the measuring means 18 the 30 field voltage signal is filtered with a time constant T_1 which shall correspond to 0.3 times the no-load time constant of the field winding 14. When the electric machine

F170-2



F170-1



PCT

REQUEST

The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty.

For receiving Office use only

PCT/SE 98/01740

International Application No.

International Filing Date

29-09-1998

The Swedish Patent Office
PCT International Application

Name of receiving Office and "PCT International Application"

Applicant's or agent's file reference
(if desired) (12 characters maximum)

P 98-297/NH

Box No. I TITLE OF INVENTION

ROTATING ELECTRIC MACHINE

Box No. II APPLICANT

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

Asea Brown Boveri AB

S-721 83 VÄSTERÅS
Sweden

This person is also inventor.

Telephone No.

Faximile No.

Teleprinter No.

State (that is, country) of nationality:
SE

State (that is, country) of residence:
SE

This person is applicant for the purposes of: all designated States all designated States except the United States of America the United States of America only the States indicated in the Supplemental Box

Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

SØRENSEN, Erlend
Gudrups väg 32

S-723 55 VÄSTERÅS
Sweden

This person is:

applicant only

applicant and inventor

inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:
SE

State (that is, country) of residence:
SE

This person is applicant for the purposes of: all designated States all designated States except the United States of America the United States of America only the States indicated in the Supplemental Box

Further applicants and/or (further) inventors are indicated on a continuation sheet.

Box No. IV AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE; OR ADDRESS FOR CORRESPONDENCE

The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:

agent

common representative

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)

L.A. GROTH & Co.KB
HOPFGARTEN, Nils, ~~et al.~~
Box 6107
S-102 32 STOCKHOLM
Sweden

Telephone No.

+46 - 8 - 729 91 00

Faximile No.

+46 - 8 - 31 67 67

Teleprinter No.

Address for correspondence: Mark this check-box where no agent or common representative is/has been appointed and the space above is used instead to indicate a special address to which correspondence should be sent.

deleted
RO/SE

Continuation of Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

If none of the following sub-boxes is used, this sheet should not be included in the request.

Name and address: (Family name followed by given name: for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

LEIJON, Mats
Hyvlargatan 5

S-723 35 VÄSTERÅS
Sweden

This person is:

applicant only
 applicant and inventor
 inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:
SE

State (that is, country) of residence:
SE

This person is applicant for the purposes of: all designated States all designated States except the United States of America the United States of America only the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name: for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

BERGGREN, Bertil
Rönnbergagatan 2 B

S-723 46 VÄSTERÅS
Sweden

This person is:

applicant only
 applicant and inventor
 inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:
SE

State (that is, country) of residence:
SE

This person is applicant for the purposes of: all designated States all designated States except the United States of America the United States of America only the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name: for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

NYGREN, Jan-Anders
Karlfeldtsgatan 27 B

S-722 22 VÄSTERÅS
Sweden

This person is:

applicant only
 applicant and inventor
 inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:
SE

State (that is, country) of residence:
SE

This person is applicant for the purposes of: all designated States all designated States except the United States of America the United States of America only the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name: for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

This person is:

applicant only
 applicant and inventor
 inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

State (that is, country) of nationality:

State (that is, country) of residence:

This person is applicant for the purposes of: all designated States all designated States except the United States of America the United States of America only the States indicated in the Supplemental Box

Further applicants and/or (further) inventors are indicated on another continuation sheet.

Box No.V DESIGNATION OF STATES

The following designations are hereby made under Rule 4.9(a) (mark the applicable check-boxes; at least one must be marked):

Regional Patent

AP ARIPO Patent: GH Ghana, GM Gambia, KE Kenya, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SZ Swaziland, UG Uganda, ZW Zimbabwe, and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT

EA Eurasian Patent: AM Armenia, AZ Azerbaijan, BY Belarus, KG Kyrgyzstan, KZ Kazakhstan, MD Republic of Moldova, RU Russian Federation, TJ Tajikistan, TM Turkmenistan, and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT

EP European Patent: AT Austria, BE Belgium, CH and LI Switzerland and Liechtenstein, CY Cyprus, DE Germany, DK Denmark, ES Spain, FI Finland, FR France, GB United Kingdom, GR Greece, IE Ireland, IT Italy, LU Luxembourg, MC Monaco, NL Netherlands, PT Portugal, SE Sweden, and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT

OA OAPI Patent: BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Central African Republic, CG Congo, CI Côte d'Ivoire, CM Cameroon, GA Gabon, GN Guinea, ML Mali, MR Mauritania, NE Niger, SN Senegal, TD Chad, TG Togo, and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line)

National Patent (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line):

| | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> AL Albania | <input checked="" type="checkbox"/> LS Lesotho |
| <input checked="" type="checkbox"/> AM Armenia | <input checked="" type="checkbox"/> LT Lithuania |
| <input checked="" type="checkbox"/> AT Austria | <input checked="" type="checkbox"/> LU Luxembourg |
| <input checked="" type="checkbox"/> AU Australia | <input checked="" type="checkbox"/> LV Latvia |
| <input checked="" type="checkbox"/> AZ Azerbaijan | <input checked="" type="checkbox"/> MD Republic of Moldova |
| <input checked="" type="checkbox"/> BA Bosnia and Herzegovina | <input checked="" type="checkbox"/> MG Madagascar |
| <input checked="" type="checkbox"/> BB Barbados | <input checked="" type="checkbox"/> MK The former Yugoslav Republic of Macedonia |
| <input checked="" type="checkbox"/> BG Bulgaria | <input checked="" type="checkbox"/> MN Mongolia |
| <input checked="" type="checkbox"/> BR Brazil | <input checked="" type="checkbox"/> MW Malawi |
| <input checked="" type="checkbox"/> BY Belarus | <input checked="" type="checkbox"/> MX Mexico |
| <input checked="" type="checkbox"/> CA Canada | <input checked="" type="checkbox"/> NO Norway |
| <input checked="" type="checkbox"/> CH and LI Switzerland and Liechtenstein | <input checked="" type="checkbox"/> NZ New Zealand |
| <input checked="" type="checkbox"/> CN China | <input checked="" type="checkbox"/> PL Poland |
| <input checked="" type="checkbox"/> CU Cuba | <input checked="" type="checkbox"/> PT Portugal |
| <input checked="" type="checkbox"/> CZ Czech Republic and utility model | <input checked="" type="checkbox"/> RO Romania |
| <input checked="" type="checkbox"/> DE Germany and utility model | <input checked="" type="checkbox"/> RU Russian Federation |
| <input checked="" type="checkbox"/> DK Denmark and utility model | <input checked="" type="checkbox"/> SD Sudan |
| <input checked="" type="checkbox"/> EE Estonia | <input checked="" type="checkbox"/> SE Sweden |
| <input checked="" type="checkbox"/> ES Spain | <input checked="" type="checkbox"/> SG Singapore |
| <input checked="" type="checkbox"/> FI Finland and utility model | <input checked="" type="checkbox"/> SI Slovenia and utility model |
| <input checked="" type="checkbox"/> GB United Kingdom | <input checked="" type="checkbox"/> SK Slovakia |
| <input checked="" type="checkbox"/> GE Georgia | <input checked="" type="checkbox"/> SL Sierra Leone |
| <input checked="" type="checkbox"/> GH Ghana | <input checked="" type="checkbox"/> TJ Tajikistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> GM Gambia | <input checked="" type="checkbox"/> TM Turkmenistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> GW Guinea-Bissau | <input checked="" type="checkbox"/> TR Turkey |
| <input checked="" type="checkbox"/> HR Croatia | <input checked="" type="checkbox"/> TT Trinidad and Tobago |
| <input checked="" type="checkbox"/> HU Hungary | <input checked="" type="checkbox"/> UA Ukraine |
| <input checked="" type="checkbox"/> ID Indonesia | <input checked="" type="checkbox"/> UG Uganda |
| <input checked="" type="checkbox"/> IL Israel | <input checked="" type="checkbox"/> US United States of America |
| <input checked="" type="checkbox"/> IS Iceland | <input checked="" type="checkbox"/> UZ Uzbekistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP Japan | <input checked="" type="checkbox"/> VN Viet Nam |
| <input checked="" type="checkbox"/> KE Kenya | <input checked="" type="checkbox"/> YU Yugoslavia |
| <input checked="" type="checkbox"/> KG Kyrgyzstan | <input checked="" type="checkbox"/> ZW Zimbabwe |
| <input checked="" type="checkbox"/> KP Democratic People's Republic of Korea | |
| <input checked="" type="checkbox"/> KR Republic of Korea | |
| <input checked="" type="checkbox"/> KZ Kazakhstan | |
| <input checked="" type="checkbox"/> LC Saint Lucia | |
| <input checked="" type="checkbox"/> LK Sri Lanka | |
| <input checked="" type="checkbox"/> LR Liberia | |

Check-boxes reserved for designating States (for the purposes of a national patent) which have become party to the PCT after issuance of this sheet:

.....

.....

Precautionary Designation Statement: In addition to the designations made above, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all other designations which would be permitted under the PCT except any designation(s) indicated in the Supplemental Box as being excluded from the scope of this statement. The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit. (Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying that designation and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.)

Box No. VI PRIORITY CLAIM

 Further priority claims are indicated in the Supplemental Box.

| Filing date of earlier application (day/month/year) | Number of earlier application | Where earlier application is: | | |
|---|----------------------------------|----------------------------------|--|--|
| | | national application: country | regional application: regional Office | international application: receiving Office |
| item (1) 30 Septemb. 1997 (30.09.1997) | 9703554-7 | Sweden | | |
| item (2) | | | | |
| item (3) | | | | |

The receiving Office is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) (only if the earlier application was filed with the Office which for the purposes of the present international application is the receiving Office) identified above as item(s):

(1)

* Where the earlier application is an ARIPO application, it is mandatory to indicate in the Supplemental Box at least one country party to the Paris Convention for the Protection of Industrial Property for which that earlier application was filed (Rule 4.10(b)(ii)). See Supplemental Box.

Box No. VII INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

Choice of International Searching Authority (ISA)
(if two or more International Searching Authorities are competent to carry out the international search, indicate the Authority chosen: the two-letter code may be used):

ISA / SE

Request to use results of earlier search; reference to that search (if an earlier search has been carried out by or requested from the International Searching Authority):

Date (day/month/year)

Number

Country (or regional Office)

30 September 1997 SE 97/01159 Sweden

Box No. VIII CHECK LIST; LANGUAGE OF FILING

This international application contains the following number of sheets:

| | |
|---|-------|
| request | ✓ 4 |
| description (excluding sequence listing part) | ✓ 10 |
| claims | ✓ 4 |
| abstract | ✓ 1 |
| drawings | ✓ 4 |
| sequence listing part of description | _____ |

Total number of sheets: 23 ✓

This international application is accompanied by the item(s) marked below:

1. fee calculation sheet
2. separate signed power of attorney
3. copy of general power of attorney; reference number, if any:
4. statement explaining lack of signature
5. priority document(s) identified in Box No. VI as item(s):
6. translation of international application into (language):
7. separate indications concerning deposited microorganism or other biological material
8. nucleotide and/or amino acid sequence listing in computer readable form
9. other (specify): Copy of Off. Action + ITS report

Figure of the drawings which should accompany the abstract: 2

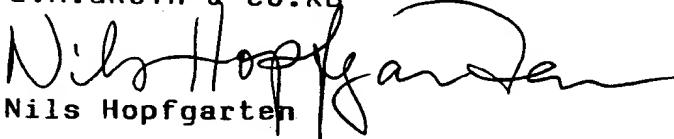
Language of filing of the international application:

Swedish

Box No. IX SIGNATURE OF APPLICANT OR AGENT

Next to each signature, indicate the name of the person signing and the capacity in which the person signs (if such capacity is not obvious from reading the request).

L.A.GROTH & Co.KB



Nils Hopfgarten

| | |
|---|--|
| For receiving Office use only | |
| 1. Date of actual receipt of the purported international application: | 29-09-1998 |
| 3. Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application: | |
| 4. Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2): | |
| 5. International Searching Authority (if two or more are competent): ISA / SE | 6. <input type="checkbox"/> Transmittal of search copy delayed until search fee is paid. |
| For International Bureau use only | |

2. Drawings:

 received: not received:

Date of receipt of the record copy by the International Bureau:

76 OCTOBER 1998

716.10.98

ROTERANDE ELEKTRISK MASKIN**Tekniskt område**

Föreliggande uppfinning avser en roterande elektrisk maskin av en typ med roterande fältkrets, vilken maskin är avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät. Uppfinningen härför sig också till förfaranden för att övervaka fältlindningens resistans till jord samt för att bestämma rotortemperaturen.

10 Uppfinningens bakgrund

Den roterande elektriska maskinen enligt föreliggande uppfinning kan vara t.ex. en synkronmaskin, dubbelmatad maskin, asynkron strömräktarkaskad, ytterpolmaskin eller synkronflödesmaskin.

För att ansluta maskiner av detta slag till distributions- eller transmissionsnät, i de följande gemensamt kallade kraftnät, har hittills transformatorer använts för upptransformering av spänningen till nätnivå, det vill säga till området 130 - 400 kV.

Generatorer med en märkspänning av upp till 36 kV är beskrivna av Paul R. Siedler, "36 kV Generators Arise from Insulation Research", Electrical World, 20 15 October, 1932, sid 524-527. Dessa generatorer innehåller lindningar av högspänningsskabel, varvid isoleringen är uppdelad i olika skikt med olika dielektricitetskonstanter. Det använda isoleringsmaterialet består av olika kombinationer av de tre komponenterna glimmerblad-glimmer, lack och papper.

Det har nu visat sig att genom att framställa lindningar hos den inledningsvis omnämnda maskinen av en isolerad elektrisk högspänningsledare med en fast isolation av liknande slag som hos kablar för kraftöverföring kan maskinens spänning höjas till sådana nivåer att maskinen kan direkt anslutas till vilket kraftnät som helst utan mellanliggande transformator. Typiskt driftsområde för dessa maskiner är 30 - 800 kV.

30 Vidare, vid exempelvis systemlösningar baserade på borstlösa matare för magnetisering av en synkronmaskin är synkronmaskinens rotorlindning normalt icke övervakad med avseende på jordfel.

Syftet med föreliggande upfinning är att åstadkomma en sådan, för direktanslutning till kraftnät avsedd roterande elektrisk maskin med möjlighet till detektering av jordfel i den roterande fältkretsen.

5 Sammanfattning av upfinningen

Detta syfte uppnås med en roterande elektrisk maskin av inledningsvis angivet slag med i patentkravet 1 angivna kännetecken.

Den isolerade ledaren eller högspänningsskablen som används vid föreliggande upfinning är böjlig och av det slag som närmare beskrivs i WO 97/45919 och WO 97/45847. Ytterligare beskrivning av den isolerade ledaren eller kabeln finns i WO 97/45918, WO 97/45930 och WO 97/45931.

Således är, vid anordningen enligt upfinningen, lindningarna företrädesvis av ett slag motsvarande kablar med fast extruderad isolation som i dag används för kraftdistribution, t.ex. s.k. PEX-kablar eller kablar med EPR-isolation. En sådan innehåller en inre ledare sammansatt av en eller flera kardeler, ett ledare omgivande inre halvledande skikt, ett detta omgivande fast isoleringsskikt och ett isoleringsskiktet omgivande yttre halvledande skikt. Dyliga kablar är böjliga vilket är en väsentlig egenskap i sammanhanget eftersom tekniken för anordningen enligt upfinningen i första hand baserar sig på ett lindningssystem där lindningen görs med ledningar som böjs vid montering. En PEX-kabel har normalt en böjighet motsvarande en krökningsradie på ca 20 cm för en kabel med 30 mm diameter och en krökningsradie på ca 65 cm för en kabel med 80 mm diameter. Med uttrycket böjlig avses i denna ansökan således att lindningen är böjlig ned till en krökningsradie i storleksordningen 4 gånger kabeldiametern och företrädesvis 8-12 gånger kabeldiametern.

Lindningen bör vara utförd så att den kan bibehålla sina egenskaper även när den böjs och när den under drift utsätts för termiska eller mekaniska påkänningar. Att skikten bibehåller sin vidhäftning vid varandra är av stor betydelse i detta sammanhang. Avgörande är här skiktens materialegenskaper, framför allt deras elasticitet och deras relativt värmeutvidgningskoefficienter. För exempelvis en PEX-kabel är det isolerande skiktet av tvärbunden lågdensitetspolyeten och den halvledande skikten av polyeten med inblandade sot- och metallpartiklar. Volymförändringar till följd av temperaturförändringar upptas helt som radieförändringar i

kabeln och tack vare den jämförelsevis ringa skillnaden hos skiktens värmeytvidgningskoefficienter i förhållande till den elasticitet som dessa material har, så kommer kabelns radiella expansion att kunna ske utan att skikten lossnar från varandra.

5 Ovan angivna materialkombinationer är endast att ses som exempel. Inom uppfinningens ram faller naturligtvis även andra kombinationer som uppfyller de nämnda villkoren och uppfyller villkoren att vara halvledande, dvs. med en resistivitet i området 10^{-1} - 10^6 ohm-cm, t. ex. 1 - 500 ohm-cm, eller 10 - 200 ohm-cm.

10 Det isolerande skiktet kan exempelvis utgöras av ett fast termoplastiskt material såsom lågdensitetspolyeten (LDPE), högdensitetspolyeten (HDPE), polypropylen (PP), polybutylen (PB), polymetylpenten (PMP), tvärbundna material såsom tvärbunden polyetylen (XLPE eller PEX) eller gummi såsom etylenpropylengummi (EPR) eller silikongummi.

15 De inre och yttre halvledande skikten kan ha samma basmaterial men med inblandning av partiklar av ledande material såsom sot eller metallpulver.

De mekaniska egenskaperna hos dessa material, framför allt deras värmeytvidgningskoefficienter, påverkas ganska ringa av om det är inblandat med sot eller metallpulver eller ej, dvs i de proportioner som erfordras för att uppnå den enligt uppfinningen erforderliga ledningsförmågan. Det isolerande skiktet och de halvledande skikten får därmed i stort sett samma värmeytvidgningskoefficienter.

För de halvledande skikten kan även etylenvinylacetatsampolymer/nitrilgummi, butylymppolyeten, etylenakrylatsampolymer och etylenetylakrylatsampolymer utgöra lämpliga polymerer.

25 Även då olika slag av material användes som bas i respektive skikt är det önskvärt att deras värmeytvidgningskoefficient är av samma storleksordning. För kombinationen av de ovan uppräknade materialen förhåller det sig på detta sätt.

De ovan uppräknade materialen har en ganska god elasticitet med en E-modul $E < 500$ MPa, företrädesvis < 200 MPa. Elasticiteten är tillräcklig för att 30 eventuella smärre avvikelser hos värmeytvidgningskoefficienterna för materialen i skikten kommer att upptas i radialriktningen av elasticiteten så att ej sprickor eller andra skador uppstår och så att skikten ej släpper från varandra. Materialet i skik-

ten är elastiska och vidhäftningen mellan skikten av åtminstone samma storleks-ordning som i det svagaste av materialen.

Ledningsförmågan hos de båda halvledande skikten är tillräckligt stor för att i huvudsak utjämna potentialen längs respektive skikt. Ledningsförmågan hos

5 det yttre halvledande skiktet är så pass stor att det yttre halvledande skiktet har tillräcklig ledningsförmåga för att innesluta det elektriska fältet i kabeln, men samtidigt liten nog att ej ge anledning till signifikanta förluster p g a i skiktets längsriktning inducerade strömmar.

Vardera av de båda halvledande skikten utgör således väsentligen en ek-
10 10 vipotentialyta och lindningen med dessa skikt kommer att i huvudsak innesluta det elektriska fältet inom sig.

Det utesluts naturligtvis inte att ytterligare ett eller flera halvledande skikt kan vara anordnade i det isolerande skiktet.

Enligt fördelaktiga utföringsformer av maskinen enligt uppfinningen inne-
15 fattar ett för matning av fältkretsen avsett magnetiseringssystem en med fält-
kretsen roterande del och delar av detekteringskretsen för jordfel är anordnad i
nämnda roterande del. Detekteringskretsen innehåller en roterande injicerings-
krets för att pålägga en mätkrets, som är sluten genom impedansen mellan fält-
lindning och jord, en injiceringsspänning och en mätenhet för att mäta av injice-
20 ringsspänningen resulterande felström i nämnda mätkrets, varvid likriktarenheter
är anordnade att bilda likriktade absolutvärden av injiceringsspänningen och fel-
strömmen, varjämte en trådlös kommunikationsenhet är inrättad att överföra
nämnda absolutvärden till en stillastående beräkningsenhet för övervakning av
fältlindningens resistans till jord. På detta sätt behöver endast två processsignaler,
25 nämligen injiceringsspänningens och felströmmens likriktade absolutvärden, över-
föras till den stillastående delen för bestämning av resistansvärdet till jord. Detta
innebär ett begränsat signalsnitt mellan den stationära och den roterande delen
med mindre krav på den släpringsfria överföringen. Vidare begränsas antalet rote-
rande enheter för injicering och mätning. Beräkningsenheten innehåller lämpligen
30 en datorutrustning för implementering av erforderliga beräkningsalgoritmer.

Enligt en annan fördelaktig utföringsform av maskinen enligt uppfinningen,
varvid magnetiseringssystemet är matat från en matare med roterande statorsida,
är injiceringskretsen matad från matarens roterande statorsida. Härför kan spän-

ningsvariationer kompenseras med hjälp av mjukvarufunktioner i datorutrustningen. Dessa funktioner är baserade på kända förhållanden beträffande RC-kretsars fasvridning samt beräkning av såväl reella som imaginära strömkomponenter och absolutvärdet för gränsvärdesbestämning.

5 Enligt ännu en fördelaktig utföringsform av maskinen enligt uppföringen är filterkretsar anordnade i nämnda mätkrets för dels bortfiltrering av övertoner och dels likspänningsmässig blockering. Filtertidkonstanterna för filtrering av övertoner skall härvid motsvara injiceringspåslagningens periodtid för att effektiv bortfiltrering av övertoner skall vara möjlig.

10 Enligt ytterligare en fördelaktig utföringsform av maskinen enligt uppföringen är skalningsenheter anordnade före en jämförare för jämförelse av nämnda absolutvärdet av felströmmen med förutbestämda gränsvärden, vilka skalningsenheter är anordnade att normera och kompensera den uppmätta felströmmen för variationer i injiceringspåslagningen innan felströmmen tillförs jämföraren.

15 Detta är av betydelse eftersom injiceringspåslagningen ändras med magnetiseringen.

Enligt en annan fördelaktig utföringsform av maskinen enligt uppföringen lösas ovan nämnda problem genom att injiceringskretsen är matad från en konstant spänningsskälla.

20 Enligt ännu en fördelaktig utföringsform av maskinen enligt uppföringen är en stillastående spänningsskälla anordnad att via en ringtransformator mata injiceringskretsen. Härigenom kan jordfel även detekteras vid stillastående rotor.

Kort beskrivning av ritningarna

25 För att förklara uppföringen närmare kommer nu såsom exempel valda utföringsformer av maskinen enligt uppföringen att beskrivas mera i detalj med hänvisning till bifogade ritningar, på vilka

figur 1 visar i tvärsnittsvy den isolerade ledare som används för lindningar vid maskinen enligt uppföringen,

30 figur 2 visar ett schema över magnetiseringssystemet med krets för detektering av jordfel i fältkretsen samt med anordningar för bestämning av rotortemperatur vid ett utföringsexempel av den roterande elektriska maskinen enligt uppföringen,

figurerna 3-6 visar ekvivalenta scheman för den i detekteringskretsen för jordfel in-
gående mätkretsen vid olika felfall, och
figur 7 visar ett utförande av en skalningsenhet för normering och kompensering
av mätsignalen.

5

Beskrivning av föredragna utföringsformer

Figur 1 visar en tvärnittsvy av en isolerad ledare 11, avsedd att användas
i minst en av lindningarna i maskinen enligt uppfinnningen för att möjliggöra direkt-
anslutning av maskinen till kraftnät. Den isolerade ledaren 11 innehåller således
10 ett antal kardeler 35 med cirkulärt tvärsnitt av exempelvis koppar (Cu). Dessa kardeler 35 är anordnade i mitten av den isolerade ledaren 11. Runt kardelerna 35 är
anordnat ett första halvledande skikt 13. Runt det första halvledande skiktet 13
finns anordnat ett isolationsskikt 37, t.ex. PEX-isolation. Runt isolationsskiktet 37
finns anordnat ett andra halvledande skikt 15. Den visade isolerade ledaren är
15 böjlig och denna egenskap bibehåller den under sin livslängd. De tre skikten 13,
37, 15 är utförda så att de vidhäftar varandra även då kabeln böjs. Den isolerade
ledaren har en diameter i intervallet 20-250 mm och en ledningsarea i intervallet
80 -3000 mm².

I figur 2 visas schemat över magnetiseringssystemet vid en roterande
20 elektrisk maskin med en eller flera lindningar av den i figur 1 visade isolerade
ledaren för att möjliggöra direkt anslutning till kraftnät. Magnetiseringssystemet
innefattar såväl en roterande injicerings- och mätkrets 16 som en stationär enhet
25 för dels detektering av jordfel och dels för beräkning av rotortemperaturen.

Magnetiseringssystemet innehåller sålunda en roterande del 1 bestyckad
25 med en roterande matare G3 som från den roterande statorsidan matar en diod-
eller tyristorbrygga 12, vilken är ansluten med sin likströmssida till den elektriska
maskinens fältlindning 14. Vidare finns en injicerings- och mätkrets 16 att använ-
das vid detektering av jordfel i fältkretsen samt mätorgan 18 för bestämning av
fältspänningen för temperaturberäkningar. Den roterande delen 1 innehåller vidare
30 matdon 5 för matning av den roterande delens elektroniska utrustning samt en
kommunikationsenhet 3. Vidare finns matdon 25 för mätning av fältströmmen I_F .
Trådlös kommunikation mellan den roterande delen 1 och stationär utrustning 20

sker med hjälp av kommunikationsenheten 3 och en stationär kommunikations-enhet 4.

Med hjälp av en injiceringskrets, innefattande en transformator 8 för spänningsanpassning och galvanisk separation påläggs mätkretsen en lämplig spänning U via en injiceringstransformator 9, vilken spänning sålunda är uttagen från matarens G3 växelströmssida. Mätkretsen innehåller två parallella RC-grenar och sluts genom fältlindningens 14 impedans till jord. RC-grenarna tjänar som strömbegränsning och likströmsisolering.

Den av injiceringsspänningen U alstrade strömmen I i mätkretsen avkänns 10 med en avkänningsskrets 22 via en mättransformator 11 och omvandlas i en motsvarande spänningssignal, som filtreras i filterkretsen 24 och likriktas i likriktaren 26. Den på likriktarens 26 utgång erhållna spänningssignalen U_I representerar på detta sätt amplitudvärdet för grundtonen av strömmen I i mätkretsen.

Även injiceringsspänningen U filtreras och likriktas på liknande sätt i filterkretsen 28 och likriktaren 30, på vars utgång en spänningssignal U_U erhålls, vilken representerar amplitudvärdet för injiceringsspänningens U grundton.

Filtertidkonstanterna T för filtren 24, 28 skall motsvara injiceringsspänningens U och mätströmmens I periodtid för att effektivt kunna bortfiltrera alla övertoner.

20 Med hjälp av kommunikationsheterna 3, 4 överförs spänningssignalerna U_U , U_I till den stationära delen 20 för beräkning av fältlindningens 14 resistans till jord ur dessa signaler i beräkningsenheten 13.

Med beräkningsenheten 13 är det på detta sätt möjligt att övervaka jordfel hos fältlindningen 14 och när fältlindningens 14 resistans till jord sjunker under förutbestämd nivå utlösa ett larm.

R_j betecknar fältlindningens 14 resistans till jord, det vill säga i praktiken resistansen till den roterande delens järn massa, och C_j lindningens 14 kapacitans till jord. Resistansens R_j kan i princip variera från oändligt stort värde till noll.

1 figur 3 visas ett ekvivalent schema för mätkretsen i det fall att $R_j=0$, det 30 vill säga det "värsta" fallet med fältlindningen 14 kortsluten till jord. Med kända värden på resistansen R , kapacitansen C och injiceringsspänningen U kan den resulterande strömmen I_1 i kretsen beräknas, och lämplig normeringskonstant kan bestämmas enligt principer som beskrivs i anslutning till figur 7 nedan. Absolutvärdet

av strömmen I_1 motsvarar värdet på mätsignalen U_1 som överförs till beräkningsenheten 13, såsom beskrivits ovan i anslutning till figur 2.

Till höger om det ekvivalenta schemat i figur 3 illustreras storlekar och faslägen på injiceringsspänningen U , sammansatt av en resistiv komposant U_r och 5 en kapacitiv komposant U_c , samt strömmen I_1 .

Figur 4 visar motsvarande ekvivalenta schema i ett felfritt tillstånd, det vill säga lindningens övergångsresistans till jord är $R_j = \infty$. Med kända värden på injiceringsspänningen U , resistansen R och kapacitansen C samt uppmätning av strömmen I_2 kan lindningens 14 kapacitans C_j till jord bestämmas.

10 På samma sätt som i figur 3 visas till höger om schemat storlekar och faslägen på injiceringsspänningen U , vilken är sammansatt av en resistiv komposant U_r i fas med strömmen I_2 , och en kapacitiv komposant, bestående av spänningssfallet U_c över kondensatorerna C och spänningssfallet U_j över kapacitansen C_j , samt strömmen I_2 .

15 Figur 5 visar ett motsvarande ekvivalent schema vid en övergångsresistans mellan lindning 14 och jord R_j , där $0 < R_j < \infty$, det vill säga ett tillstånd liggande mellan de i figurerna 3 och 4 illustrerade. Med kända värden på resistanserna R , kapacitanserna C , jordningskapacitansen C_j , injiceringsspänningen U samt strömmarna I_1 och I_2 från de i figurerna 3 och 4 visade fallen, samt förutbestämda 20 gränsvärden på övergångsresistansen till jord R_j möjliggörs beräkning av olika gränsvärden på strömmen I_3 för larm och utlösning, såsom nämntes i anslutning till figur 2.

Sålunda är impedansen Z_1 över de två parallella grenarna, vardera innehållande $2R$ i serie med $2C$,

25

1

$$Z_1 = R - j \frac{1}{\omega C}$$

ωC

övergångsimpedansen mellan lindning 14 och jord Z_2

30

R_j

$$Z_2 = \frac{R_j}{1 + j\omega R_j C_j}$$

varvid strömmen I_3 ges av

$$I_3 = U/(Z_1 + Z_2)$$

5 Till höger om schemat i figur 5 visas storlekar och faslägen på spänningar och strömmar på motsvarande sätt som i figurerna 3 och 4. Av detta diagram framgår att strömmen I_3 är i fas med strömmen I_2 i figur 4 en strömkomposant I_{Cj} genom övergångskapacitansen C_j och en strömkomposant I_{rj} genom övergångsresistansen R_j , varvid de två sistnämnda strömkomposanterna ligger vinkelrätt mot 10 varandra i diagrammet, det vill säga fasförskjutna 90° .

Figurerna 3 och 5 visar fall med fel på likströmssidan av matningen av fältlindningen från mataren G_3 , jfr figur 2. Figur 6 illustrerar en situation med fel på likriktarbryggans 12 växelströmssida. Fel på växelströmssidan kännetecknas av att en extra matningskälla U_{ac} tillkommer och att strömmens absolutvärde är sammansatt av två komponenter. En som drivs av den vanliga injiceringsspänningen U och en som drivs av felställets potentialnivå mot jord, representerat av spänningen U_{ac} . Vid fel på växelströmssidan kommer därför felströmmens totala absolutvärde att överskrida de vid fallet i figur 5 beräknade gränsvärdena, ofta med god marginal, med utlösning av larm som följd.

20 Motsvarande fasdiagram till höger i figur 6 överensstämmer med det i figur 5.

25 Vid variationer i injiceringsspänningen U måste mätsignalerna kompenseras för dessa variationer genom skalning. Alternativt måste förutbestämda gränsvärden i en jämförare för utlösning av larm etc. ändras, vilket är betydligt mera omständligt.

I figur 7 visas en skalningsenhet 32, 34 som ingår i beräkningsenheten 13 i figur 2. I denna skalningsenhet 32, 34 normeras mätvärdet U_I representerande absolutvärdet av strömmen I genom multiplicering med en normeringskonstant K_1 . Lämplig storlek på normeringskonstanten K_1 kan bestämmas genom ett mätförfarande enligt figur 3. På samma sätt kompenseras mätsignalen U_u för variationer i injiceringsspänningen U genom skalning med en kompenseringskonstant K_2 , varvid $K_2 = U_u$ vid tidpunkten för normering av mätsignalen U_I . Den normerade och för variationer i injiceringsspänningen U kompenserade strömmen I_n tillförs en

jämförare 38, i vilken denna ström I_n jämförs med olika förbestämda gränsvärden Lim 1, Lim 2, Lim 3 för utlösning av larm, avgivning av utlösningssignal etc.

Med mätanordningen 18 uppmäts fältspänningen och med mätdonet 25 fältströmmen och motsvarande mätsignaler U_F och I_F överförs via de trådlösa 5 kommunikationsenheter 3,4 till en enhet 40 i den stationära utrustningen 20 för beräkning av rotortemperaturen ur dessa mätsignaler, se figur 2. I filtret 42 i mätanordningen 18 filtreras fältspänningssignalen med en tidskonstant T_1 , som skall motsvara 0,3 gånger fältlindningens 14 tomgångstidskonstant. När den elektriska maskinen icke är infasad på nätet har den nämligen en tidskonstant motsvarande 10 tomgångstidskonstanten och om man kopplar in maskinen på nätet ändras denna tidskonstant beroende på nättets induktans med en faktor av approximativt 0,3.

Enheten 40 kan i sin tur vara ansluten till t.ex. indikeringssorgan för rotortemperaturen, larm eller utlösningsorgan för aktivering av dessa i beroende av det bestämda värdet på rotortemperaturen.

15 Talrika modifikationer av den ovan beskrivna utföringsformen av uppfinningen är självfallet möjliga inom uppfinningens ram. Sålunda kan uppfinningen även tillämpas på stationära lösningar, såsom statiska matare, och matningsspänningen till injiceringsenheten kan transformeras till den roterande delen med hjälp av ringtransformator, vilket innebär att jordfel även kan detekteras vid stillastående 20 maskin.

PATENTKRAV

1. Roterande elektrisk maskin av en typ med roterande fältkrets, vilken maskin är avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät,
- 5 2. **kännetecknad av att minst en elektrisk lindning hos maskinen innehåller minst en elektrisk ledare, ett ledarens omslutande första skikt med halvledande egenskaper, ett det första skiktet omslutande fast isolerande skikt och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt med halvledande egenskaper samt att en detekteringskrets är anordnad att detektera jordfel i den roterande fältkretsen.**
- 10 3. Maskin enligt krav 1 eller 2, **kännetecknad av att det första skiktet är väsentligen lika med potentialen på ledaren.**
- 15 4. Maskin enligt krav 1 eller 2, **kännetecknad av att det andra skiktet är anordnat att bilda väsentligen en ekvipotentialyta, omgivande ledaren.**
- 20 5. Maskin enligt krav 4, **kännetecknad av att nämnda förutbestämda potential är jordpotential.**
- 25 6. Maskin enligt något av föregående krav, **kännetecknad av att åtminstone två närlägna skikt hos maskinens lindning har väsentligen lika stora värmeutvidgningskoefficienter.**
- 30 7. Maskin enligt något av föregående krav, **kännetecknad av att ledaren innehåller ett antal kardeler, av vilka åtminstone några är i elektrisk kontakt med varandra.**
8. Maskin enligt något av föregående krav, **kännetecknad av att var och ett av nämnda tre skikt är fast förbundet med närlägna skikt längs väsentligen hela anläggningens yta.**

9. Maskin enligt något av föregående krav, **kännetecknad** av att nämnda skikt är anordnade att vidhäfta varandra även då den isolerade ledaren böjs.

5 10. Roterande elektrisk maskin av en typ med roterande fältkrets, vilken maskin är avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät, **kännetecknad** av att minst en lindning hos maskinen är bildad av en kabel innehållande en eller flera strömförande ledare, varvid varje ledare uppvisar ett antal kärnor, ett inre halvledande skikt anordnat runt varje ledare, ett isolerande skikt av fast isolationsmaterial anordnat runt nämnda inre halvledande skikt, och ett yttre halvledande skikt, anordnat runt de isolerande skiktet, samt att en detekteringskrets är anordnad att detektera jordfel i den roterande fältkretsen.

10 11. Maskin enligt krav 10, **kännetecknad** av att nämnda kabel innehållar en mantel.

15 12. Maskin enligt något av föregående krav, **kännetecknad** av att ett för matning av fältkretsen avsett magnetiseringssystem innehållar en med fältkretsen roterande del samt att en injicerings- och mätenhet för nämnda detekteringskrets är anordnad i nämnda roterande del.

20 13. Maskin enligt något av föregående krav, **kännetecknad** av att detekteringskretsen innehållar en injiceringskrets för att pålägga en mätkrets, som är sluten genom impedansen mellan fältlindning och jord, en injiceringspåläggning, och en mätenhet för att mäta av injiceringspåläggningen resulterande felström i nämnda mätkrets, samt att likriktarenheter är anordnade att bilda likriktade absolutvärden av injiceringspåläggningen och felströmmen, varjämte en trådlös kommunikationsenhed är inrättad att överföra nämnda absolutvärden till en stillastående beräkningsenhed för övervakning av fältlindningens resistans till jord.

25 30 14. Maskin enligt krav 13, varvid magnetiseringssystemet är matat från en matare med roterande statorsida, **kännetecknad** av att injiceringskretsen är matad från matarens roterande statorsida.

15. Maskin enligt krav 13 eller 14, **kännetecknad** av att filterkretsar är anordnade i nämnda mätkrets för bortfiltrering av övertoner och likspänningsmässig blockering.

5

16. Maskin enligt något av kraven 13-15, **kännetecknad** av att en jämförare är anordnad att jämföra nämnda absolutvärde av felströmmen med förutbestämda gränsvärden och i beroende av resultatet av jämförelsen utlösa larm.

10 17. Maskin enligt krav 16, **kännetecknad** av att skalningsenheter är anordnade före jämföraren för att normera och kompensera den uppmätta felströmmen för variationer i injiceringspåslägningen innan felströmmen tillförs jämföraren.

15 18. Maskin enligt något av föregående krav, **kännetecknad** av att mätorgan är inrättade att uppmäta fältlindningens spänning och ström och överföra dessa värden till en enhet för beräkning av rotortemperaturen.

19. Maskin enligt krav 18, **kännetecknad** av att enheten för beräkning av rotortemperaturen är stillastående samt att nämnda uppmätta spännings- och 20 strömvärden för fältlindningen är överförbara via den trådlösa kommunikationsenheten till nämnda beräkningsenhet.

20. Maskin enligt krav 18 eller 19, **kännetecknad** av att larm är anslutna till beräkningsenheten för att utlösas när temperaturen överstiger ett förutbestämt 25 gränsvärde.

21. Maskin enligt krav 13, **kännetecknad** av att en stillastående spänningskälla är anordnad att via en ringtransformator mata injiceringskretsen.

30 22. Maskin enligt krav 13, **kännetecknad** av att injiceringskretsen är matad från en konstant spänningskälla.

23. Förfarande vid en roterande elektrisk maskin, av en typ med roterande fältkrets, vilken maskin är avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät, varvid minst en elektrisk lindning hos maskinen innehåller minst en elektrisk ledare, ett ledaren omslutande första skikt med halvledande egenskaper, 5 ett det första skiktet omslutande fast isolerande skikt och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt med halvledande egenskaper, **kännetecknat** av att en injiceringspålägg påläggs en mätkrets, som är sluten genom impedansen mellan fältlindning och jord, och resulterande felström i mätkretsen mäts, varpå likriktade absolutvärden av injiceringspålägget och felströmmen bildas och över- 10 förs till en beräkningsenhet för övervakning av fältlindningens resistans till jord.

24. Förfarande enligt krav 23, **kännetecknat** av att övertoner i mätkretsen bortfiltreras.

15 25. Förfarande enligt krav 23 eller 24, **kännetecknat** av att nämnda absolutvärde av felströmmen jämförs med förutbestämda gränsvärden och larm utlöses i beroende av resultatet av jämförelsen.

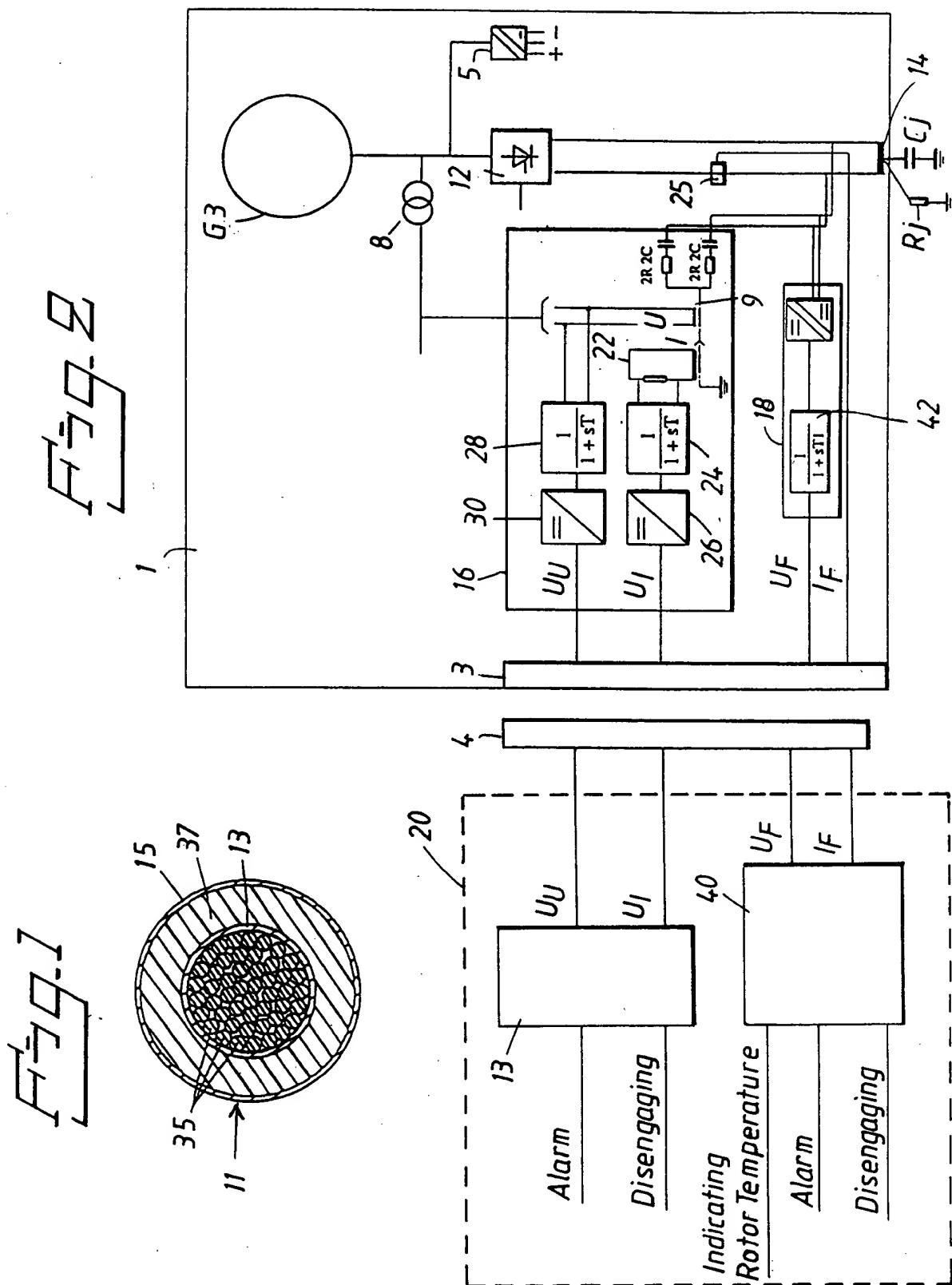
26. Förfarande enligt krav 25, **kännetecknat** av att före jämförelsen normeras och kompenseras den uppmätta felströmmen för variationer i injiceringspålägget. 20

27. Förfarande vid en roterande elektrisk maskin, av en typ med roterande fältkrets, vilken maskin är avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät, varvid minst en elektrisk lindning hos maskinen innehåller minst en elektrisk ledare, ett ledaren omslutande första skikt med halvledande egenskaper, 25 ett det första skiktet omslutande fast isolerande skikt och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt med halvledande egenskaper, **kännetecknat** av att fältlindningens spänning och ström uppmäts och rotortemperaturen beräknas ur dessa 30 uppmätta värden.

SAMMANDRAG

En roterande elektrisk maskin av en typ med roterande fältkrets är avsedd att direkt anslutas till ett distributions- eller transmissionsnät. Minst en elektrisk lindning hos maskinen innehåller minst en elektrisk ledare, ett ledare omslutande första skikt med halvledande egenskaper, ett det första skiktet omslutande fast isolerande skikt och ett det isolerande skiktet omslutande andra skikt med halvledande egenskaper. En detekteringskrets (16) är vidare anordnad att detektera jordfel i den roterande fältkretsen. Även förfaranden för att övervaka fältlindningens resistans till jord samt för att bestämma rotortemperaturen vid en sådan maskin beskrivs.

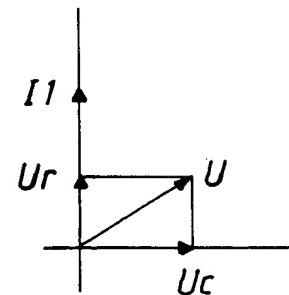
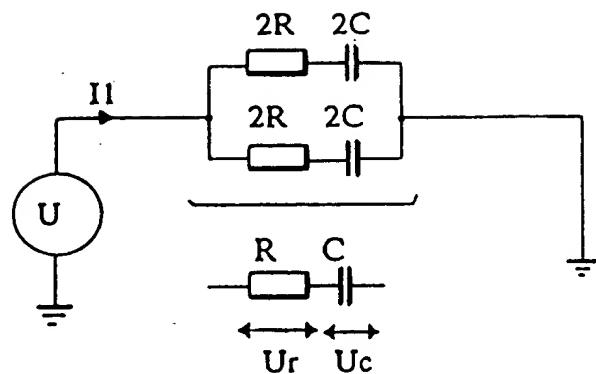
(Fig. 2)



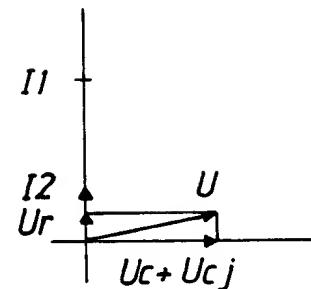
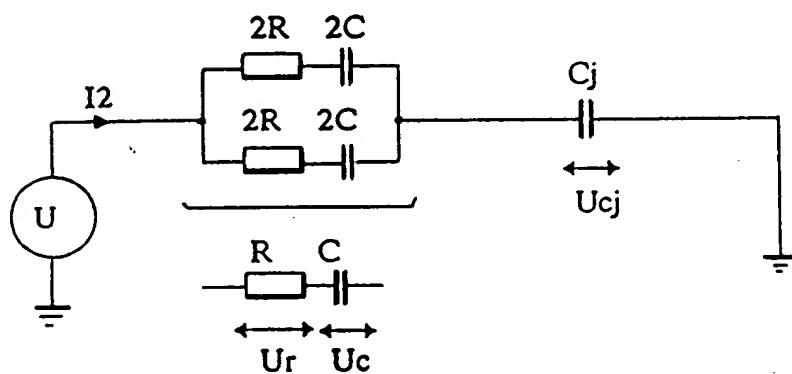
12-11-1998

2/3

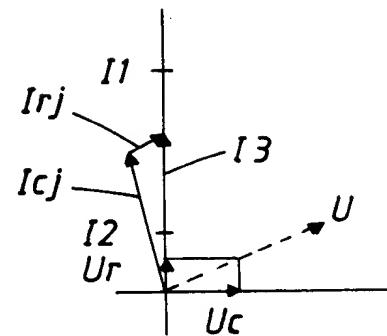
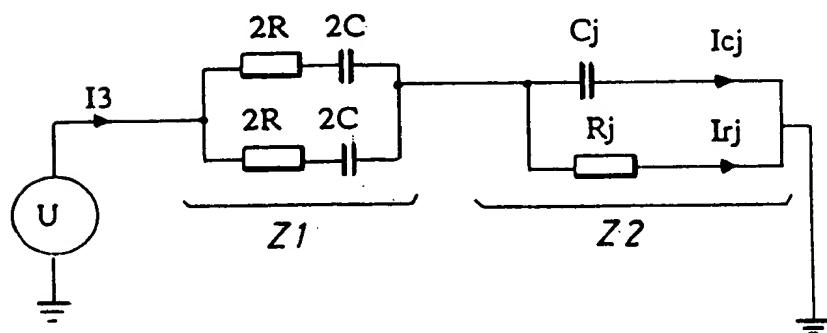
F-7-2-3



F-7-2-4

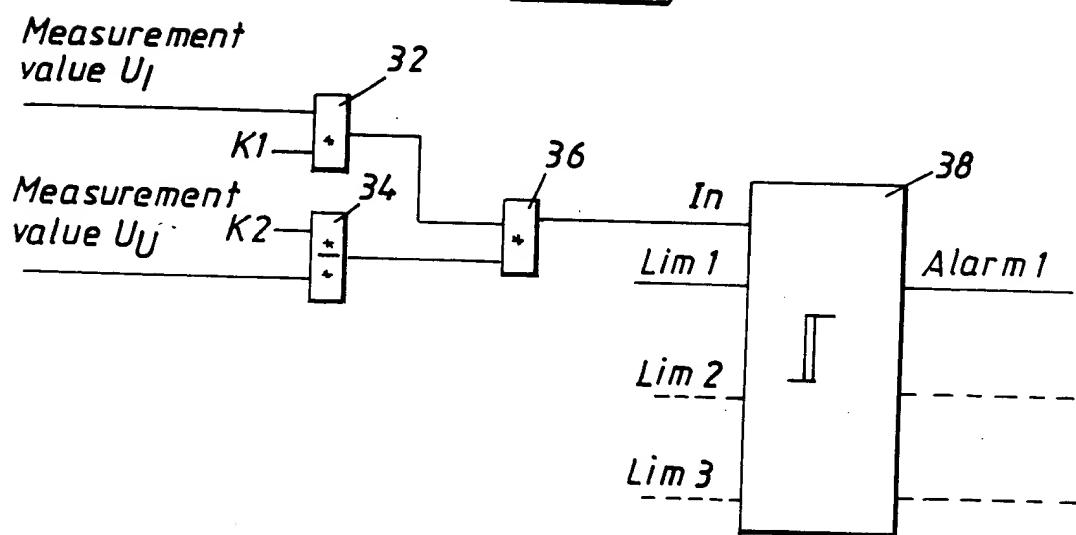
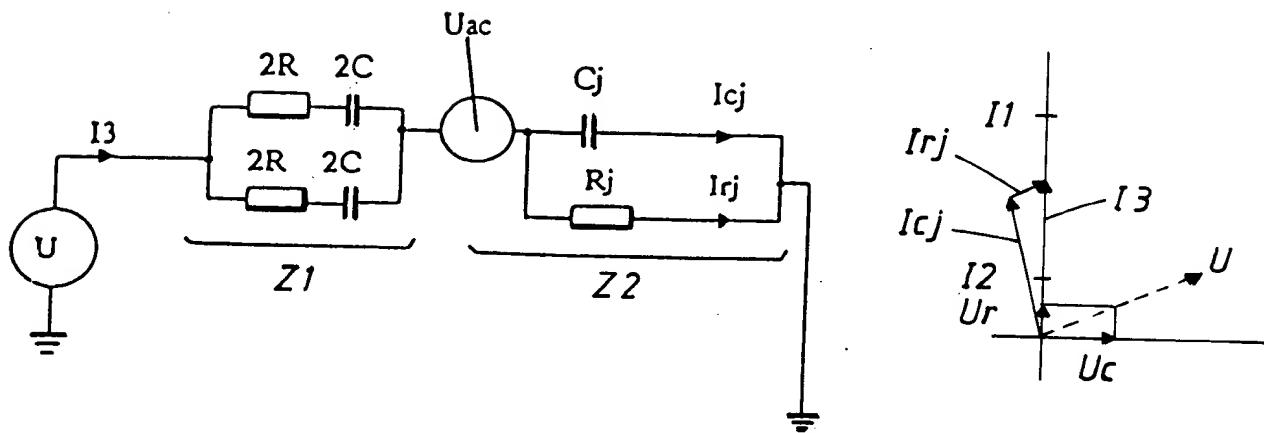


F-7-2-5



12-11-1998

3 / 3





INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

| | | | |
|--|--|----|--|
| (51) International Patent Classification ⁶ : H02K 3/40, G01R 31/06 | | A1 | (11) International Publication Number: WO 99/19963 |
| | | | (43) International Publication Date: 22 April 1999 (22.04.99) |
| <p>(21) International Application Number: PCT/SE98/01740</p> <p>(22) International Filing Date: 29 September 1998 (29.09.98)</p> <p>(30) Priority Data: 9703554-7 30 September 1997 (30.09.97) SE</p> <p>(71) Applicant (<i>for all designated States except US</i>): ASEA BROWN BOVERI AB [SE/SE]; S-721 83 Västerås (SE).</p> <p>(72) Inventors; and</p> <p>(75) Inventors/Applicants (<i>for US only</i>): SØRENSEN, Erland [SE/SE]; Gudrùns väg 32, S-723 55 Västerås (SE) ✓ LEIJON, Mats [SE/SE]; Hyvlargatan 5, S-723 35 Västerås (SE), BERGGREN, Bertil [SE/SE]; Rönnbergagatan 2 B, S-723 46 Västerås (SE), NYGREN, Jan-Anders [SE/SE]; Karlfeldtsgatan 27 B, S-722 22 Västerås (SE).</p> <p>(74) Agent: HOPFGARTEN, Nils; L.A. Groth & Co. KB, P.O. Box 6107, S-102 32 Stockholm (SE).</p> | | | <p>(81) Designated States: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, CZ (Utility model), DE, DE (Utility model), DK, DK (Utility model), EE, ES, FI, FI (Utility model), GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (Utility model), SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> |
| <p>Published <i>With international search report. In English translation (filed in Swedish).</i></p> <p>(54) Title: ROTATING ELECTRIC MACHINE</p> | | | |
| <p>(57) Abstract</p> <p>A rotating electric machine of a type with rotating field circuit, intended for direct connection to a distribution or transmission network. At least one electric winding of the machine comprises at least one electric conductor, a first layer with semiconducting properties surrounding the conductor, a solid insulating layer surrounding the first layer, and a second layer with semiconducting properties surrounding the insulating layer. A detecting circuit (16) is also arranged to detect earth faults in the rotating field circuit. Methods of monitoring the resistance of the field winding to earth and of determining the rotor temperature in such a machine is also described.</p> | | | |

FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

| | | | | | | | |
|----|--------------------------|----|---------------------------------------|----|---|----|--------------------------|
| AL | Albania | ES | Spain | LS | Lesotho | SI | Slovenia |
| AM | Armenia | FI | Finland | LT | Lithuania | SK | Slovakia |
| AT | Austria | FR | France | LU | Luxembourg | SN | Senegal |
| AU | Australia | GA | Gabon | LV | Latvia | SZ | Swaziland |
| AZ | Azerbaijan | GB | United Kingdom | MC | Monaco | TD | Chad |
| BA | Bosnia and Herzegovina | GE | Georgia | MD | Republic of Moldova | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagascar | TJ | Tajikistan |
| BE | Belgium | GN | Guinea | MK | The former Yugoslav Republic of Macedonia | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Greece | | | TR | Turkey |
| BG | Bulgaria | HU | Hungary | ML | Mali | TT | Trinidad and Tobago |
| BJ | Benin | IE | Ireland | MN | Mongolia | UA | Ukraine |
| BR | Brazil | IL | Israel | MR | Mauritania | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Iceland | MW | Malawi | US | United States of America |
| CA | Canada | IT | Italy | MX | Mexico | UZ | Uzbekistan |
| CF | Central African Republic | JP | Japan | NE | Niger | VN | Viet Nam |
| CG | Congo | KE | Kenya | NL | Netherlands | YU | Yugoslavia |
| CH | Switzerland | KG | Kyrgyzstan | NO | Norway | ZW | Zimbabwe |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Democratic People's Republic of Korea | NZ | New Zealand | | |
| CM | Cameroon | | | PL | Poland | | |
| CN | China | KR | Republic of Korea | PT | Portugal | | |
| CU | Cuba | KZ | Kazakhstan | RO | Romania | | |
| CZ | Czech Republic | LC | Saint Lucia | RU | Russian Federation | | |
| DE | Germany | LI | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DK | Denmark | LK | Sri Lanka | SE | Sweden | | |
| EE | Estonia | LR | Liberia | SG | Singapore | | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/SE 98/01740

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC6: H02K 3/40, G01R 31/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC6: H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

SE,DK,FI,NO classes as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | US 4785138 A1 (O. BREITENBACK ET AL.), 15 November 1988 (15.11.88), see the whole document -- | 1-27 |
| Y | US 3684821 A1 (H. MIYAUCHI ET AL.), 15 August 1972 (15.08.72), column 2, line 44 - line 64 -- | 1-27 |
| Y | EP 0642027 A1 (ABB MANAGEMENT AG), 8 March 1995 (08.03.95), page 1, line 40 - page 2, line 11 -- | 1-26 |
| Y | EP 0274691 A1 (HITACHI, LTD.), 20 July 1988 (20.07.88), column 2, line 50 - column 3, line 41 -- | 1-27 |

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 December 1998

Date of mailing of the international search report

11-12-1998

Name and mailing address of the ISA/
Swedish Patent Office
Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM
Facsimile No. + 46 8 666 02 86

Authorized officer

Håkan Sandh
Telephone No. + 46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/SE 98/01740

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| Y | EP 0671632 A2 (TANAKA, TOSHIO, C/O TOSHIBA ET AL.), 13 Sept 1995 (13.09.95), column 1, line 1 - column 5, line 34 -- | 1-26 |
| Y | US 4914386 A1 (S.E. ZOCHOLL), 3 April 1990 (03.04.90), abstract -- | 18-20,27 |
| Y | US 3593123 A1 (A.C. WILLIAMSON ET AL.), 13 July 1971 (13.07.71), see the whole document -- | 12,13 |
| A | US 5036165 A1 (R.K. ELTON ET AL.), 30 July 1991 (30.07.91), see the whole document -- | 1-27 |
| A | US 4510077 A (R.K. ELTON), 9 April 1985 (09.04.85), column 1, line 9 - column 2, line 45 ----- | 1-27 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/SE 98/01740

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | | Publication date |
|--|---------|------------------|-------------------------|--|--|
| US | 4785138 | A1 | 15/11/88 | DE 3543106 A,C | 11/06/87 |
| US | 3684821 | A1 | 15/08/72 | NONE | |
| EP | 0642027 | A1 | 08/03/95 | DE 4329382 A JP 7083987 A US 5508620 A | 02/03/95 31/03/95 16/04/96 |
| EP | 0274691 | A1 | 20/07/88 | CA 1269704 A DE 3779286 A JP 1954531 C JP 6087642 B JP 63154040 A US 4851766 A | 29/05/90 25/06/92 28/07/95 02/11/94 27/06/88 25/07/89 |
| EP | 0671632 | A2 | 13/09/95 | CA 2143364 A CN 1112682 A JP 7241027 A US 5675465 A US 5764462 A | 26/08/95 29/11/95 12/09/95 07/10/97 09/06/98 |
| US | 4914386 | A1 | 03/04/90 | CA 1323398 A | 19/10/93 |
| US | 3593123 | A1 | 13/07/71 | GB 1226451 A | 31/03/71 |
| US | 5036165 | A1 | 30/07/91 | US 5066881 A US 5067046 A CA 1245270 A US 4853565 A | 19/11/91 19/11/91 22/11/88 01/08/89 |
| US | 4510077 | A | 09/04/85 | CH 664646 A,B DE 3439093 A,C FR 2554456 A,B GB 2148880 A,B JP 1789646 C JP 4078576 B JP 60131853 A | 15/03/88 15/05/85 10/05/85 05/06/85 29/09/93 11/12/92 13/07/85 |